

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Ivan Burda**

**PLANIRANJE ZALIHA KOD ODRŽAVANJA**  
**PRIJEVOZNIH SREDSTAVA**

**Završni rad**

**Zagreb, 2018.**

Zagreb, 3. travnja 2018.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Tehnička logistika**

## **ZAVRŠNI ZADATAK br. 4642**

Pristupnik: **Ivan Burda (0135231782)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

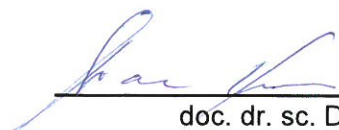
Zadatak: **Planiranje zaliha kod održavanja prijevoznih sredstava**

### **Opis zadatka:**

U radu je potrebno prikazati cestovna prijevozna sredstva koja se najčešće koriste u logistici. Nadalje, potrebno je prikazati najčešće modele organizacije održavanja tih prijevoznih sredstava, te na primjeru iz realnog sektora prikazati načine planiranja održavanja flote i primjer proračuna zaliha rezervnih dijelova.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

  
\_\_\_\_\_  
doc. dr. sc. Diana Božić

\_\_\_\_\_

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

**PLANIRANJE ZALIHA KOD ODRŽAVANJA  
PRIJEVOZNIH SREDSTAVA**

**INVENTORY MANAGEMENT IN THE  
TRANSPORTATION MEANS MAINTENANCE**

Mentor: doc.dr.sc. Diana Božić

Student: Ivan Burda, 0135231782

Zagreb, rujan 2018.

## **PLANIRANJE ZALIHA KOD ODRŽAVANJA PRIJEVOZNIH SREDSTAVA / INVENTORY MANAGEMENT IN THE TRANSPORT MEANS MAINTENANCE**

### **SAŽETAK**

Cestovna prijevozna sredstva služe prijevozu ljudi i dobara. Da bi cestovna prijevozna sredstva imala što duži vijek trajanja i bila što sigurnija u svojoj namjeni bitno je kvalitetno i pravovremeno održavanje. Dvije osnovne metode održavanja motornih vozila su korektivno i preventivno održavanje. Održavanje se izvodi u servisnim intervalima ovisno o tehničkim karakteristikama vozila. Tvrtka planira održavanje prema potrebama flote te sukladno tome organizira zalihe rezervnih dijelova. Postoji više modela planiranja zaliha, a tvrtke same biraju model koji je optimalan za njih.

Ključne riječi: cestovna prijevozna sredstva; održavanje vozila; planiranje zaliha; zalihe rezervnih dijelova.

### **SUMMARY**

Road transport means serves for transport of people and goods. In order to make road transport vehicles lifecycle as long as possible and to be as safe as possible for their purpose, it is essential to maintain quality and timely maintenance. The two basic methods of maintenance of motor vehicles are corrective and preventive maintenance. Maintenance is carried out at service intervals depending on the technical characteristics of the vehicle. The company plans maintenance according to the needs of the fleet and accordingly organizes spare parts stores. There are several models of inventory planning, and companies themselves choose the model that is most suitable for them.

Key words: Road transport vehicles; vehicle maintenance; inventory planning; spare parts supply



## SADRŽAJ

1. Uvod .....	1
2. Cestovna prijevozna sredstva u logistici.....	3
2.1. Cestovna infrastruktura .....	3
2.2. Cestovna suprastruktura .....	4
2.3. Teretna cestovna prijevozna sredstva.....	5
2.3.1. Tehničko-eksploatacijske i prijevozne karakteristike teretnih cestovnih prijevoznih sredstava .....	5
2.3.2. Vrste teretnih vozila .....	7
3. Modeli organizacije održavanja cestovnih prijevoznih sredstava .....	14
3.1. Pojam otkaza i pouzdanosti u eksploataciji vozila .....	14
3.2. Korektivno održavanje.....	16
3.3. Preventivno održavanje.....	17
3.3.1. Preventivno održavanje po zadanoj periodici .....	18
3.3.2. Preventivno održavanje prema stanju .....	20
3.3.3. Utjecaj oblika intenziteta otkaza na primjenjeni postupak preventivnog održavanja.....	22
3.4. Kombinirano održavanje .....	24
3.5. Održavanje motornih vozila .....	24
3.6. Sustavi planiranja i kontrola zaliha rezervnih dijelova .....	27
4. Planiranje održavanja flote za tvrtku Transporti Trojak d.o.o.....	32
5. Primjer proračuna zaliha rezervnih dijelova za tvrtku Trojak transporti d.o.o. ....	35
6. Zaključak .....	39
LITERATURA.....	40
Popis slika .....	42
Popis tablica .....	43

## 1. Uvod

Razvojem gospodarskih djelatnosti razvijala se i cestovna prijevozna djelatnost. Rastom cestovnog prijevoza ljudi i robe, javljala se sve veća potreba za organiziranim i kvalitetnim načinima održavanja cestovnih prijevoznih sredstava. Najstariji način održavanja je korektivno održavanje odnosno nakon nastanka kvara. Razvojem automobilske industrije, vozila postaju sve kompleksnija što je dovodilo do većeg broja kvarova i posljedično tome do većih troškova održavanja. Zbog toga razvija se koncept preventivnog održavanja koji se iz SAD širi po čitavom svijetu i postaje temelj budućim konceptima održavanja. Za održavanje motornih vozila potrebni su rezervni dijelovi koje je potrebno imati na zalihama da bi održavanje bilo efikasno.

Primjer održavanja flote vozila i proračun zaliha biti će prikazani na primjeru podataka iz tvrtke za međunarodni i unutarnji cestovni prijevoz Transporti Trojak d.o.o.

Naziv završnog rada je **Planiranje zaliha kod održavanja prijevoznih sredstava**. U radu su prikazana cestovna prijevozna sredstva koja se najčešće koriste u logistici. Nadalje, prikazan je najčešći model organizacije održavanja tih prijevoznih sredstava, te na primjeru iz realnog sektora prikazan je način planiranja održavanja flote i primjer proračuna zaliha rezervnih dijelova. Rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Cestovna prijevozna sredstva u logistici
3. Modeli organizacije održavanja cestovnih prijevoznih sredstava
4. Planiranje održavanja flote
5. Primjer proračuna zaliha rezervnih dijelova
6. Zaključak

U drugom poglavlju su opisana cestovna infrastruktura i cestovna suprastruktura odnosno cestovna prijevozna sredstva koja se najčešće koriste u logistici te njihove tehničko eksploatacijske i prijevozne karakteristike.

Treće poglavlje sadrži modele koji se koriste u održavanju prijevoznih sredstava a to su korektivno i preventivno održavanje ili kombinirano. Također sadrži i modele planiranja

zaliha koji se koriste kod planiranja zaliha rezervnih dijelova koji su potrebni za aktivnosti održavanja.

U četvrtom poglavlju je prikazano planiranje održavanja flote u tvrtci Transporti Trojak d.o.o.

U petom poglavlju je na temelju danih podataka iz tvrtke Transporti Trojak d.o.o. prikazan proračun zaliha rezervnih dijelova koji su potrebni za redovno održavanje flote.

## 2. Cestovna prijevozna sredstva u logistici

Logistiku možemo definirati kao djelatnost koja se bavi planiranjem, upravljanjem, koordiniranjem i organiziranjem tijeka materijala, proizvoda, robe, osoba i informacija od izvora do krajnjeg korisnika. Sa stajališta logistike prijevoz omogućava tijek dobara kroz distribucijski odnosno logistički sustav. Osnovne vrste prijevoza tereta su cestovni, željeznički, zračni, vodeni i cjevovodni prijevoz. Da bi cestovni prijevoz funkcionirano optimalno potrebna je razvijena cestovna infrastruktura, upotreba suvremenih prijevoznih sredstava (cestovna suprastruktura) i tehnologija, primjerena organizacija rada i upravljanja te regulacija pravno ekonomskih obveza, prava i odgovornosti sudionika. Organizacija cestovnog prijevoza teži prijevozu tereta po najkraćim rutama, što brže i sa što kraćim rokovima.

### 2.1. Cestovna infrastruktura

Infrastrukturu cestovnog prometa čine sve vrste i kategorizacije cesta i putova te mostovi vijadukti, tuneli, cestovne petlje i križišta s pripadajućom signalizacijom i uređaji stalno fiksirani za određeno mjesto koji služe proizvodnji prometnih usluga, reguliranju i sigurnosti cestovnog prometa i kamionski i autobusni kolodvori te distribucijski centri. U infrastrukturu cestovnog prometa treba ubrojiti i zgrade s fiksiranim uređajima koje služe održavanju i servisiranju suprastrukture i infrastrukture cestovnoga prometa.<sup>1</sup>

Ceste, kao okosnica infrastrukture cestovnog prometa različito se klasificiraju, a najčešće:<sup>2</sup>

- Prema gospodarskom značenju, ceste se dijele na: magistralne ( to su međunarodne javne ceste koje povezuju glavna gospodarska središta), regionalne ( ceste koje povezuju regionalna središta) i lokalne ( ceste koje povezuju naselja na području općina i gradova).
- Prema vrsti prometa za koji su namijenjene, ceste se dijele na: ceste za isključivo motorni promet (to su autoceste i ostale ceste koje imaju monolitan kolnik) i ceste za

---

<sup>1</sup> Zelenika,R.:Prometni sustavi•tehnologija-organizacija-ekonomika-logistika- menadžment,Ekonomski fakultet u Rijeci,Rijeka,2001, str. 288

<sup>2</sup> Ibidem

mješoviti promet (te su ceste namijenjene za kretanje svih vrsta cestovnih vozila i drugih sudionika u prometu, npr. motornih i zaprežnih vozila, biciklista, pješaka).

- Prema namjeni i prometnom značenju, ceste se dijele na: europske ceste za daleki promet (te ceste prolaze kroz više od 20 država i njihova je duljina viša od 50 000 km), ceste za daleki promet (povezuju glavne ceste unutar područja jedne države), ceste za brzi promet (te se ceste grade u gusto naseljenim područjima, imaju veliki prometni učinak), državne ceste (te ceste prometno povezuju gradove na manjem ili većem području), turističke ceste (te ceste prometno povezuju naselja i turističke centre), ceste za specijalne namjene (u te ceste spadaju šumske, poljoprivredne, industrijske ceste, ceste za potrebe vojske, ceste za prijevoz opasnih tvari...), gradske ceste (to su zapravo ceste i ulice koje služe cestovnome prometu na užem području grada).

Prema veličini motornog prometa ceste se dijele na:<sup>3</sup>

1. Cesta 1. razreda ili autocesta (ima prosječno godišnje opterećenje više od 15 000 vozila na dan, od toga više od 2 000 teretnih vozila)
2. Cesta 2. razreda (ima u prosjeku 7 000-12 000 vozila dnevno u oba smjera)
3. Cesta 3. razreda (ima u prosjeku 3 000-7 000 vozila dnevno u oba smjera)
4. Cesta 4. razreda (ima u prosjeku 1 000-3 000 vozila dnevno u oba smjera)
5. Cesta 5. razreda (ima u prosjeku manje od 1000 vozila dnevno u oba smjera)

## 2.2. Cestovna suprastruktura

U suprastrukturu cestovnog prometa pripadaju sve vrste transportnih sredstava i mehanizacije koja služe proizvodnji prometnih usluga u cestovnome prometu, reguliranju i sigurnosti prometa. Tu se ubrajaju sve vrste teretnih cestovnih vozila, autobusi i druga cestovna vozila za prijevoz putnika te sve vrste pokretnih pretovarnih sredstava (tj. mehanizacije), koja služe za manipulaciju tereta u cestovnom prometu te uređaji koji služe održavanju i servisiranju prometne infrastrukture, transportnih i pretovarnih sredstava u cestovnome prometu. Brojnost i različitost cestovnih vozila komplicira i njihovu klasifikaciju, te je sukladno tome moguće je dati općenitu sistematizaciju cestovnih vozila bez mehanizacije:<sup>4</sup>

1. osobna cestovna dvokotačna i četverokotačna vozila

---

<sup>3</sup> Ibidem

<sup>4</sup> Ibidem, str. 289-290

2. putnička cestovna javna vozila (autobusi)
3. teretna cestovna vozila sa pogonom (kamioni i tegljači)
4. cestovna vozila bez pogona (prikolice i poluprikolice)
5. specijalna cestovna vozila

U statistikama se navode dvije skupine cestovnih vozila: cestovna vozila za osobnu uporabu (to su dvokotačna i četverokotačna vozila koja se u cestovnom prometu rabe za osobne potrebe) i komercijalna vozila (to su cestovna vozila koja direktno i/ili indirektno služe gospodarskim društvenim djelatnostima).<sup>5</sup>

### **2.3. Teretna cestovna prijevozna sredstva**

Cestovna teretna prijevozna sredstva su motorna vozila namijenjena prijevozu tereta, odnosno dobara, u stručnoj literaturi se nazivaju teretnim, gospodarskim ili komercijalnim vozilima.<sup>6</sup>

Prednosti cestovnih teretnih motornih vozila u odnosu na željeznička prijevozna sredstva ili zrakoplove su prijevoz nekih tereta veće vrijednosti (npr. automobili) i osjetljive robe (npr. elektronika i kvarljiva roba) zbog široke geografske pokrivenosti i fleksibilnosti u prijevozu od vrata do vrata. Također, mogu prevoziti različite vrste tereta jer imaju razne izvedbe tovarnog prostora, prikolica i poluprikolica. Nedostaci su ograničenja vezana uz bruto težinu i dužinu te cijene koje su visoke u usporedbi s ostalim vrstama prijevoza osim zrakoplovnog.

#### **2.3.1. Tehničko-eksploatacijske i prijevozne karakteristike teretnih cestovnih prijevoznih sredstava**

Tehničko eksploatacijske karakteristike su niz međusobno povezanih karakteristika koje direktno utječu na pogodnosti korištenja određenih tipova vozila pod različitim uvjetima. Snaga motora, dimenzije i masa vozila, konstrukcija, stabilnost i pokretljivost izravno utječu na odabir određene vrste vozila najoptimalnije za svrhu prijevoza.

Iz navedenih razloga organizatori transportnih procesa trebaju znati tehničko eksploatacijske karakteristike teretnih cestovnih vozila, a posebice da:<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Ibidem

<sup>6</sup> Mr. sc. Veselko Protega, dipl. inž., Nastavni materijal za predavanja iz kolegija: OSNOVE TEHNOLOGIJE PROMETA, Nastavna cjelina: TEHNOLOGIJA CESTOVNOG PROMETA, Akademska godina 2009/2010, str 21

<sup>7</sup> Zelenika, Ratko.Op.cit, str.292

- O trajnosti teretnih cestovnih vozila izravno ovisi vijek eksploatacije, troškovi održavanja i stopa amortizacije. U visokorazvijenim državama takva se vozila amortiziraju 5 godina, u tranzicijskim državama se eksploatiraju i do 20 godina, a u nerazvijenim državama i više od 20 godina,
- O stabilnosti vozila izravno ovisi sigurnost transporta, pa prema tome, i stupanj eksploatacije teretnih cestovnih vozila,
- O vučnoj sposobnosti teretnih cestovnih vozila ovisi njihova prosječna brzina eksploatacije i to punih vozila, na svim prijevoznim putevima i u svim prijevoznim uvjetima,
- Teretna cestovna vozila trebaju biti udobna za vozače i za terete,
- Teretna cestovna vozila (s ili bez prikolica), ovisno o njihovoj namjeni, moraju zadovoljiti odgovarajuće norme kao što su dimenzije, osovinski pritisak, manevarske sposobnosti, snaga motora.

U najužoj vezi s tehničko eksploatacijskim značajkama teretnih cestovnih vozila su i njihova prijevozna obilježja koja također utječu na pogodnosti korištenja određenih vrsta vozila, kao što su primjerice:<sup>8</sup>

- Korisna nosivost teretnih cestovnih vozila je važna informacija i za davatelje i korisnike prijevoznih usluga, kako bi je mogli maksimalno iskoristiti. Takva je nosivost u određenoj korelaciji s tzv. mrtvom masom vozila, pa obje mase daju informaciju o maksimalnoj bruto masi određenog vozila, a što je važno za izračun osovinskog pritiska.
- Dimenzije tovarnog prostora (ili sanduka, spremnika) kako bi se određeno vozilo moglo što više prostorno (tj. zapreminski) iskoristiti. Pri tome treba nastojati uspostaviti primjereni odnos pune nosivosti i pune zapreminske iskorištenosti.
- Sposobnost vozila da maksimalno zaštiti teret prilikom transporta. Tako tovarni prostor (tj. sanduk ili spremnik) može biti zatvoren, poluotvoren ili otvoren. Vozilo svojom konstrukcijom i funkcionalnim svojstvima treba biti prilagođeno specifičnim zahtjevima predmeta prometovanja.
- Sposobnost vozila da omogući siguran, brz i racionalan utovar, pretovar i istovar svih vrsta predmeta prometovanja. Taj zahtjev nameće potrebu posebnih konstrukcijskih

---

<sup>8</sup> Ibidem, str. 292-293

rješenja teretnih cestovnih vozila, kojima su često pridodani i priključni mehanizmi za istovar, utovar i pretovar „vlastitoga“ tereta (npr. dizalice, vitla...).

- Visina poda tovarnog prostora (tj. sanduka) treba biti prilagođena visini utovarno – istovarnih rampi, skladišta, terminala. Takva visina obično iznosi 1200 mm.
- Racionalna eksploatacija teretnih cestovnih vozila podrazumijeva minimalne eksploatacijske troškove ( fiksne i varijabilne) po prijeđenom kilometru puta, uključujući i troškove preventivnog i investicijskog održavanja.
- Sposobnost vozila da omogući maksimalno udoban rad posadi vozila (npr. lakoća upravljanja vozilom, prostor za smještaj posade vozila, udobnost sjedala i ležajeva, ventilacija, grijanje i klimatizacija kabine, primjerena preglednost puta, vozila i tereta, odstranjivanje zamagljenja stakla, mali hladnjak za piće i hranu, održavanje osobne higijene posade vozila, pribor za hitnu pomoć, aparati za protupožarnu zaštitu,...).
- Sposobnost manevriranja teretnih cestovnih vozila treba biti primjerena. To, zapravo, znači da vozači takvih vozila mogu bez posebnog napora obaviti djelotvorno sve operacije vozilom (npr. potpuno okretanje vozilom, vožnju unazad, pristajanje uz rampu skladišta, ulaz i izlaz kroz nedovoljno široke prolaze,...).
- Sposobnost jednostavnog tehničkog posluživanja vozila u pogledu dostupnosti, pregleda, demontaže, montaže i reguliranja mehanizama pri tekućem održavanju i redovitoj eksploataciji vozila.
- Standardizacija i tipizacija ne samo pojedinih dijelova vozila, nego i vozila u cjelini, što omogućuje racionalnu eksploataciju vozila i optimizaciju zaliha (rezervnih dijelova), te ekonomično, preventivno i investicijsko održavanje teretnih cestovnih vozila.

### 2.3.2. Vrste teretnih vozila

Teretna vozila najčešće se poistovjećuju s kamionima (franc.: camion – teretni automobil, teretnjak), a hrvatsko zakonodavstvo, definirajući tehničku kategoriju N, navodi teretni automobil kao „motorno vozilo za prijevoz tereta s najmanje četiri kotača“. Skupinu cestovnih teretnih prijevoznih sredstava čine: klasična teretna vozila, kombinirana vozila, skup vozila.<sup>9</sup>

Teretna vozila se dijele prema raznim kriterijima poput: ukupne mase, nosivosti, dimenzijama, konstrukcijskim značajkama, vrsti pogonskog goriva, namjeni (relacija

---

<sup>9</sup> Mr. sc. Veselko Protega, dipl. inž., Nastavni materijal za predavanja iz kolegija: OSNOVE TEHNOLOGIJE PROMETA, Nastavna cjelina: TEHNOLOGIJA CESTOVNOG PROMETA, Akademska godina 2009/2010, str 21



prijevoza; vrsta tereta) i dr. Opća podjela teretnih automobila prema ukupnoj masi (mala, srednja i velika) u skladu je s osnovnom tehničkom podjelom na kategorije:<sup>10</sup>

1. N1 – mala teretna vozila, motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase do 3.500 kg
2. N2 – srednja teretna vozila, motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 3.500 kg do 12.000 kg
3. N3 – velika teretna vozila, motorna vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 12.000 kg.

U skupinu malih teretnih automobila, najveće dopuštene mase do 3.500 kg (N1), spadaju i kamioneti (franc.: camionnette – mali teretni automobil; engl.: pick-up – pokupiti, pobrati, uzeti na vozilo), kombi vozila (slika 1.), pa i manja dostavna vozila, koja se po tehničkim značajkama neznatno razlikuju od usporedivih osobnih automobila. Posebnost kombi vozila proizlazi iz činjenice da pored tereta mogu smjestiti i osobe, primjerice servisno vozilo s rezervnim dijelovima, alatom i serviserom(ima) ili vozilo s posebnom mjernom opremom (instrumentima) i stručnim osobljem koje provodi mjerenje. Međutim, u najvećem broju slučajeva, kombi vozilo ispunjava uobičajenu zadaću prijevoza tereta. U tom smislu, je moguće odrediti podvrste kombi vozila, obzirom na kapacitet – veličinu (produženi, povišeni) i konstrukciju (broj, položaj i vrsta otvora – vrata, oblik i opremljenost prostora za smještaj tereta).<sup>11</sup>

Srednja (N2) i velika teretnih vozila (N3), osim što se razlikuju u nosivosti, razlikuju se uglavnom u konstrukcijskim značajkama smještajnog prostora koji uvjetuju njihovo korištenje te također se razlikuju i u duljini relacija pa tako srednja teretna vozila optimalno se koriste u unutarnjem međugradskom transportu dok su velika teretna vozila pogodna i za duže, međunarodne relacije.

---

<sup>10</sup> Ibidem, str. 22-23

<sup>11</sup> Ibidem, str. 23



**Slika 1. Kombi vozilo**

**Izvor:** [http://komet-prijevoz.hr/?attachment\\_id=1517](http://komet-prijevoz.hr/?attachment_id=1517), kolovoz 2018.

Oblici nadgradnje su dizajnirani prema obilježjima tereta, odnosno sukladno potrebama operativnih radnji tijekom procesa ukrcanja-iskrcanja tereta. Među uobičajene inačice konstrukcijskih izvedbi nadgradnji za smještaj tereta spadaju<sup>12</sup>:

1. otvoreni teretni sanduk s bočnim stranicama
2. otvoreni teretni sanduk s bočnim stranicama i hidrauličkim nagibnim mehanizmom, tzv. kiper (njem.: Kipper, gl. kippen – nagnuti, prevrtati), za jednostavniji iskrcaj tereta
3. teretni sanduk s bočnim stranicama i ceradom
4. zatvoreni teretni sanduk sa stražnjim (i/ili bočnim) vratima, tzv. furgon (franc.: fourgon – zatvorena teretna kola, vagon za prtljagu)
5. zatvoreni, toplinski izolirani teretni sanduk sa stražnjim i bočnim vratima te uređajem za hlađenje, tzv. hladnjača za prijevoz temperaturno osjetljivog tereta
6. zatvoreni „sanduk“ – spremnik za prijevoz tekućih tereta u rinfuzi s gornjim otvorom za punjenje i bočnim ili donjim ispustom za pražnjenje, tzv. cisterna (lat.: cisterna – nakapnica, nekad spremnik za kišnicu, pitku vodu)
7. zatvoreni „sanduk“ – spremnik za prijevoz praškastih, zrnatih ili granuliranih tereta u rinfuzi s gornjim gravitacijskim otvorom za punjenje i donjim ispustom za gravitacijsko, odnosno kompresorsko pražnjenje, tzv. silo (španj.: silo – objekt za čuvanje žita).

---

<sup>12</sup> Ibidem, str.24

Pored navedenih izvedbi postoji čitavi niz tipova nadgradnji predviđenih za posebnu namjenu, kao što su: damper vozila za prijevoz kamenih blokova u kamenolomu, odnosno rudniku, automješalica za prijevoz betona, vozilo za prijevoz automobila; zatim nadgradnje prilagođene za prijevoz stakla, pića, komunalnog otpada, živih životinja i dr. Treba spomenuti i teretna vozila čije podvozje umjesto nadgradnje ima samo platformu za prihvat izmijenjivih teretnih sanduka različitih oblika te kontejnera.<sup>13</sup>

Skup vozila je, prema Zakonu o prijevozu u cestovnom prometu: „sklop jednog vučnog vozila i najmanje jedne prikolice i poluprikolice.”<sup>14</sup>

Vučna vozila mogu biti osobna vozila, prethodno opisana teretna vozila ili tegljači. Tegljač kao vozilo nije predviđen za prijevoz tereta, barem ne u doslovnom smislu, već je njegova uloga isključivo da vuče poluprikolice kao priključna vozila. Konstrukcijska posebnost tegljača je zglobovi spoj za poluprikolicu, tzv. sedlo. Naime, poluprikolice se povezuju s vučnim vozilom poput prikolica sa čvrstom rudom (bez upravljive osovine), ali poluprikolica nalijeganjem na sedlo istovremeno prenosi dio svog opterećenja na vučno vozilo. Tegljač se, sam po sebi, ne može svrstati u navedene kategorije teretnih vozila, već se u smislu najveće dopuštene mase i dimenzija promatra isključivo kroz skup vozila. Najveće dopuštene mase skupa vozila ne smije prelaziti sljedeće iznose:<sup>15</sup>

1. dvoosovinskog motornog vozila s troosovinskom prikolicom 40 t,
2. troosovinskog motornog vozila sa dvo ili troosovinskom prikolicom 40 t,
3. dvoosovinskog tegljača s troosovinskom poluprikolicom 40 t,
4. troosovinskog tegljača s dvo ili troosovinskom poluprikolicom 40 t,
5. troosovinskog tegljača s dvo ili troosovinskom poluprikolicom kada prevozi 40-stopni ISO kontejner kao kombiniranu prijevoznu jedinicu 44 t,
6. skupa vozila s četiri osovine koji se sastoji od dvoosovinskog motornog vozila i dvoosovinske prikolice 36 t.

Najveće dopuštene dužine skupa vozila iznose:<sup>16</sup>

1. tegljača s poluprikolicom 16,5 m,
2. vučnog vozila s prikolicom 18,75 m,
3. vučnog vozila i prikolice za prijevoz automobila 21 m.

---

<sup>13</sup> Ibidem, str 25

<sup>14</sup> <https://www.zakon.hr/z/245/Zakon-o-prijevozu-u-cestovnom-prometu>, kolovoz 2018.

<sup>15</sup> Protega, Veselko. Op.cit, str. 25-26

<sup>16</sup> Ibidem, str. 26

Priključna vozila nemaju vlastiti pogonski motor već su konstrukcijski izvedena tako da se mogu priključiti vučnim vozilima. Priključna vozila dijele se na prikolice i poluprikolice. **Prikolice** mogu biti izvedene s jednom ili više osovina. One namijenjene za vuču od strane bicikla, motocikla ili osobnog vozila, najčešće su izvedene samo s jednom osovinom, dok prikolice namijenjene za vuču od strane teretnih vozila i traktora imaju u pravilu dvije ili više osovina, iako i kod ovih prikolica postoje laganije izvedbe samo s jednom osovinom. Po svojoj namjeni, prikolice mogu biti teretne, radne, autobusne, poljoprivredne itd. **Poluprikolica** je priključno vozilo konstruirano tako da se svojim prednjim dijelom oslanja na sedlo vučnog vozila (tegljača), a stražnjim dijelom se preko kotača jedne ili više osovina oslanja direktno na podlogu.<sup>17</sup>

U cestovnom prometu, za prijevoz robe i tereta, najčešće se koriste tri vrste teških teretnih motornih vozila:<sup>18</sup>

1. kamioni bez prikolica
2. kamioni s prikolicama
3. tegljači s poluprikolicama.

**Kamioni bez prikolica** se proizvode u dvije osnovne varijante:<sup>19</sup>

1. s dvije osovine ukupne nosivosti 16 t (bruto) i duljine tovarnog sanduka 6 m (slika 2.),
2. s tri osovine ukupne nosivosti 22 t i duljine karoserije 7 m.

---

<sup>17</sup> Ibidem, str 26-28

<sup>18</sup> Božičević, D., Kovačević D., Suvremene transportne tehnologije, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002., str. 19

<sup>19</sup> Ibidem, str. 20



**Slika 2. Kamion bez prikolice**

**Izvor:** <https://www.oranacarandtruck.com.au/van-truck-hire/truck-hire>,  
kolovoz 2018.

**Kamioni s prikolicama** se također izvode u dvije varijante:<sup>20</sup>

1. kamion s dvije osovine nosivosti 16 t koji može vući prikolicu s dvije osovine nosivosti 16 t ili prikolicu s tri osovine nosivosti 22 t,
2. kamion s tri osovine nosivosti 22 t koji može vući prikolicu s dvije osovine nosivosti 16 t (slika 3.).

Duljine tovarnih sanduka su:<sup>21</sup>

- 6 m – kamion s dvije osovine
- 7 m – kamion s tri osovine
- 7 m – prikolica s dvije osovine
- 8 m – prikolica s tri osovine.

Maksimalna duljina priključnog vozila s krutom vezom (rudom):<sup>22</sup>

1. s jednom osovinom 6 m
2. s dvije osovine 10 m
3. s tri osovine i više 12 m

---

<sup>20</sup> Ibidem, str. 21

<sup>21</sup> Ibidem

<sup>22</sup> Ibidem, str.22





**Slika 3. Kamion sa prikolicom**

Izvor: <http://www.tutto.rs/auto-skola/ce-kategorija/>, kolovoz 2018.

**Tegljači s poluprikolicama** su izvedeni u tri varijante:

1. tegljač s dvije osovine i poluprikolica s dvije osovine ukupne nosivosti 36 t,
2. tegljač s dvije osovine i poluprikolica s tri osovine ukupne nosivosti 38 t (slika 4.),
3. tegljač s tri osovine i poluprikolica s dvije osovine s dvostrukim gumama ili tri osovine s jednostrukim gumama ukupne nosivosti 38 t.<sup>23</sup>



**Slika 4. Tegljač sa poluprikolicom**

Izvor: <https://hiveminer.com/Tags/gmbh%2Ctgx/Recent>, kolovoz 2018.

<sup>23</sup> Ibidem, str. 23

### 3. Modeli organizacije održavanja cestovnih prijevoznih sredstava

Održavanje podrazumijeva skup postupaka pregleda i popravaka kojima se predviđaju i uklanjaju kvarovi te produžuje radni vijek vozila. U samim počecima održavanje je bilo nesređeno bez ikakvih principa, a razvojem industrije i tehnologije razvijali su se i modeli održavanja. Danas u svijetu postoji više metoda održavanja kao što su korektivno održavanje, više metoda preventivnog održavanja, terotehnoško, logističko, totalno produktivno održavanje, samoodržavanje te ekspertni sustavi. Od navedenih metoda za održavanje vozila se koriste korektivno održavanje te preventivno održavanje. Od pojma održavanja ne mogu se odvojiti rezervni dijelovi jer se bez njih održavanje ne bi moglo provoditi, a uz modele održavanja usko su vezani i modeli planiranja zaliha rezervnih dijelova jer bez planiranja zaliha samo održavanje ne bi bilo financijski efikasno.

#### 3.1. Pojam otkaza i pouzdanosti u eksploataciji vozila

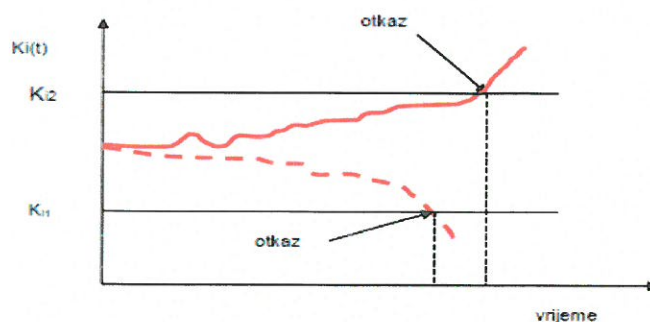
Ako eksploataciju definiramo kao iskorištavanje vozila na način da postigne svoju funkciju a to je prijevoz tereta onda možemo reći da postoje dva stanja u kojima se vozilo može naći. To su stanja: "u radu" i "u otkazu". Intenzitet otkaza odnosno vjerojatnost da će vozilo otkazati u određenom trenutku pokazatelj je pouzdanosti vozila. Pouzdanost je vjerojatnost da će vozilo obaviti svoju funkciju bez otkaza ili unutar granica dozvoljenih odstupanja u zadanom vremenu ukoliko se koristi na propisan način.<sup>24</sup>

Otkaz predstavlja događaj poslije kojega sredstvo ne može izvršavati svoju funkciju, odnosno poslije kojega ne može na propisan način izvršavati svoju funkciju. To znači da otkaz ne mora značiti potpuni kvar, koji onemogućava rad sredstva, već i svaki događaj koji dovodi do nepropisnog, odnosno nekvalitetnog ili nesigurnog rada, izvan nekih postavljenih ili propisanih granica. Za egzaktni pristup može se reći: "otkaz je prestanak sposobnosti sredstva da obavlja zahtjevanu funkciju cilja". Neka funkcija cilja bude predstavljena sa nekim karakterističnim parametrom  $Ki(t)$  u odnosu na koji se definira otkaz. U tom slučaju otkaz nastaje kad karakteristični parametar prijeđe neke graničnu vrijednost kao što se vidi na slici 5.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> E. Bazijanac, D. Božić, D. Budimir; Nastavni materijali iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

<sup>25</sup> Ibidem



**Slika 5. Nastajanje otkaza**

Izvor: E. Bazijanac, D. Božić, D. Budimir; Nastavni materijali iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

Osnovna podjela otkaza je moguća na temelju: <sup>26</sup>

- uzroka pojave,
- brzine nastajanja,
- stupnja narušavanja funkcije i
- brzine nastajanja, stupnja narušavanja funkcije, intenziteta i vrijeme pojave otkaza.

Uzroci nastajanja otkaza mogu biti ugrađene greške, pogrešna upotreba, zamor, starenje ili trošenje te primarni i sekundarni uzroci. Prema brzini nastajanja otkazi mogu biti iznenadni i postupni, a prema stupnju narušavanja funkcije otkazi potpuni i djelomični. Prema brzini nastajanja, stupnju narušavanja funkcije, intenzitetu i trenutku pojave otkaza, otkaze dijelimo na katastrofalne, degradacijske, rane, slučajne i kasne. <sup>27</sup>

Pouzdanost (*reliability*) sredstva je vjerojatnost da će sredstvo izvršiti zadanu funkciju u zadanim u uvjetima i u tijeku zadanog vremena. Pouzdanost se u praksi najviše iskazuje preko intenziteta otkaza ili brzine kvarenja. To je gustoća vjerojatnosti otkaza elementa u trenutku  $t$ , pod uvjetom da do toga trenutka element nije otkazao ili drugačije rečeno to je uvjetna gustoća vjerojatnosti da će element koji se nije nalazio u stanju "u otkazu" do trenutka  $t$ , otkazati u narednom periodu. <sup>28</sup>

<sup>26</sup> Ibidem

<sup>27</sup> Ibidem

<sup>28</sup> Ibidem



### 3.2. Korektivno održavanje

Korektivno održavanje je održavanje koje se izvodi poslije otkrivanja kvara (otkaza), čija je svrha da određeni element dovede u stanje u kojem može izvoditi zahtijevanu funkciju. Može se realizirati nakon kvara elementa bez obzira što taj kvar neće uzrokovati trenutni zastoj vozila ili se može izvesti hitno, odmah nakon pojave kvara s ciljem sprječavanja ozbiljnijih (većih) kvarova. Vrijeme popravka (održavanja) ili zamjene dijela u kvaru i ponovno puštanje sustava u rad nije moguće unaprijed u potpunosti odrediti, ali izvjesno je da je dužina trajanja održavanja relativno velika. Vrijeme nastanka kvara nije moguće predvidjeti pa su ograničene i mogućnosti organizacije radova i tehničko tehnološke pripreme. Sastavni dijelovi koriste se do konačnog oštećenja što znači da će se dijelovi potpuno iskoristiti. Neće doći do zamjene dijelova koji uz odgovarajuću (nižu) pouzdanost još mogu raditi. Ali s obzirom da u dosta slučajeva oštećenja jednog sastavnog dijela sustava ima za posljedicu oštećenje i drugih sastavnih dijelova tog sustava, ukupna šteta nastalog kvara znatno se povećava.<sup>29</sup>

Kod korektivnog održavanja zadatak je vozilo u otkazu dovesti u ispravno stanje kroz sljedeće glavne postupke:<sup>30</sup>

- otkrivanje otkaza (neispravnosti – kvara)
- dijagnoza stanja
- korektivna akcija (popravak)
- verifikacija (provjera stanja)

Primjer dijagrama toka korektivnog održavanja prikazan je na slici 6.

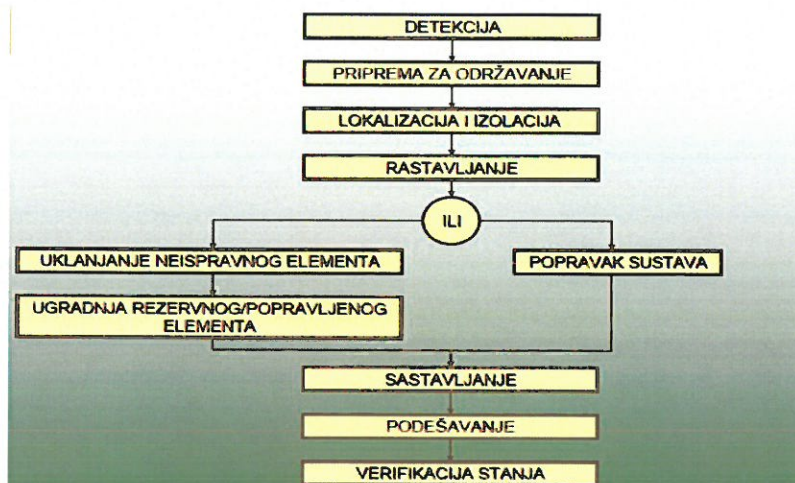
Prednosti korektivnog održavanja su potpuno iskorištenje dijelova (dio radi do kvara), nisu potrebna saznanja o stanju elemenata u radu i nije potrebno odrediti (poznavati) zakonitosti oštećivanja sastavnih dijelova sustava. Nedostaci korektivnog održavanja odnose se na iznenadnu pojavu kvarova uz mogućnost posljedične pojave kvara drugih elemenata i ispadanje sustava iz rada (ne postoji mogućnost, nema dovoljno podataka za predviđanje pojave kvara), a otklanjanje kvara vezano je za duži zastoj, tj. nije moguće dobro organizirati i planirati aktivnosti održavanja i potrebne resurse u tom radu.<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> S.Sebastijanović, Osnove održavanja strojarских konstrukcija, Slavonski brod: strojarski fakultet, 2002., str. 32

<sup>30</sup> Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, kolovoz 2018

<sup>31</sup> S.Sebastijanović, Osnove održavanja strojarских konstrukcija, Slavonski brod: strojarski fakultet, 2002., str. 32



**Slika 6. Korektivni ciklus održavanja**

Izvor: Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, kolovoz 2018.

### 3.3. Preventivno održavanje

Preventivno održavanje podrazumijeva prevenciju, odnosno sprečavanje pojave kvara. Cilj je imati sustave koji se nikada neće pokvariti, a njih osiguravamo tako da periodički provjeravamo svojstva i funkcije sustava.<sup>32</sup>

Modeli preventivnog održavanja su:<sup>33</sup>

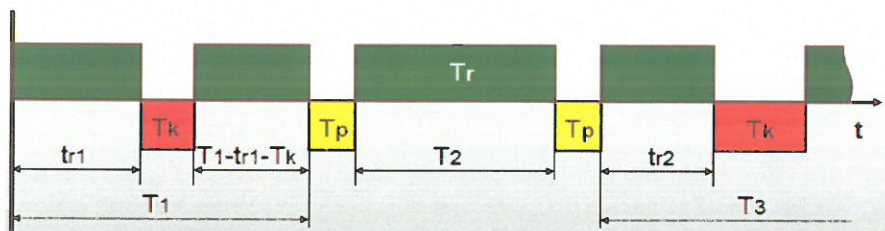
- preventivno po zadanoj periodici:
  - periodični ili model održavanja prema pojedinačnom sastavnom elementu
  - pravovremeni ili model održavanja na temelju stanja sklopa, podsklopa, odnosno više sastavnih elemenata
  - adaptivni ili model na temelju stanja pojedinačnih elemenata i grupe elemenata i sklopova
- preventivno prema stanju, s varijantama:
  - s kontrolom parametara stanja
  - s kontrolom nivoa pouzdanosti.

<sup>32</sup> [http://www.ss-strukovna-vvlatkovica-zd.skole.hr/images/pages/Nastavni\\_materijali/Spahic/DIOU/diou-1-uvod.pdf](http://www.ss-strukovna-vvlatkovica-zd.skole.hr/images/pages/Nastavni_materijali/Spahic/DIOU/diou-1-uvod.pdf), kolovoz 2018.

<sup>33</sup> Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, kolovoz 2018.

### 3.3.1. Preventivno održavanje po zadanoj periodici

**Periodični model** pretpostavlja poznavanje podataka o raspodjeli otkaza i troškovima održavanja pojedinih sastavnih elemenata. Postupci održavanja izvršavaju se neposredno prije pojave otkaza na temelju unaprijed definirane periodike, a vremenski intervali preventivnih zamjena su jednaki. Optimalan je ako se svi elementi promatraju kao statistički neovisni, a intenzitet pojave otkaza svakog elementa je rastući. Karakteristika čistog periodičnog modela je zamjena elementa kada dođe do otkaza ili nakon određenog vremena, odnosno broja prijeđenih kilometara (zamjena ulja, filtera...). Periodični model još se naziva i individualni, jer se u njemu sastavni elementi promatraju pojedinačno, neovisno od stanja drugih.<sup>34</sup>



Slika 7.: Vremenska slika stanja periodičnog modela

Izvor: Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, kolovoz 2018.

Kao što se vidi iz slike 7. tijekom eksploatacije vozila promatrani element radi ispravno, ali mu se stanje pogoršava tijekom vremena. U nekom slučajnom trenutku vremena može doći do otkaza, pa se mora obaviti korektivno održavanje u vremenu  $T_k$ . Nakon obnavljanja, element, a i vozilo, su ispravni i izvršavaju funkciju namjene u intervalu  $T_1 - tr_1 - T_k$ . Zatim dolazi preventivno održavanje, koje s određenim stupnjem povjerenja garantira ispravan rad u vremenu  $T_2$  do ponovnog preventivnog održavanja. Za ovakvu vremensku sliku stanja nije moguće točno predvidjeti trenutak otkaza elementa, koji se preventivno zamjenjuje nakon intervala  $T_1, T_2, \dots, T_i$  ili nakon pojave otkaza.<sup>35</sup>

Na slici 8. Prikazana je usporedba blok zamjene i sekvencijalnog periodičkog modela.

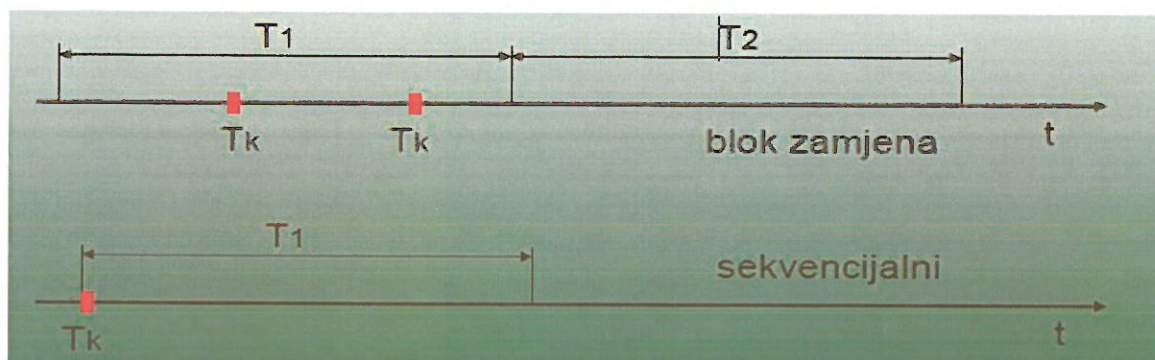
Blok zamjena podrazumijeva da se preventivna zamjena obavlja uvijek nakon točno prijeđenih kilometara ili vremena rada, neovisno da li je ili nije izvršena korektivna zamjena

<sup>34</sup> Ibidem

<sup>35</sup> Ibidem



između dvije preventivne. U praksi se najčešće koristi sekvencijalni periodički model gdje se period  $T$  stalno mijenja nakon svake zamjene, a cilj je minimizacija troškova održavanja. Preporuča se kod elemenata koji su rezultat brzih tehnoloških promjena odnosno kvalitetniji, savršeniji i pouzdaniji ugrađeni elementi poboljšavaju karakteristike cijelog vozila, a ne samo podsustava.<sup>36</sup>



**Slika 8.: Sekvencijalni periodički model i blok zamjena**

Izvor: Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, kolovoz 2018.

. Za periodični model općenito vrijedi:<sup>37</sup>

- interval preventivnog održavanja se karakterizira veličinom  $T$  ( broj prijeđenih kilometara ili vrijeme rada)
- element se mijenja poslije isteka vremena  $T$  ili ako nastupi otkaz neovisno što se prije toga dogodilo
- intenzitet otkaza ima rastući karakter
- zamjenom elemenata se smatra da je vozilo potpuno ispravno (kao novo).

**Pravovremeni preventivni model** je optimalan ako su raspodjele pojave otkaza sastavnih elemenata stohastički ovisne ili ako su troškovi zamjene više elemenata manji od ukupnih troškova zamjene svakog elementa pojedinačno. Za razliku od pravovremenog i periodičkog modela, gdje je za određivanje vremena provedbe preventivnog održavanja neophodno raspolagati podacima o raspodjeli vremena do pojave otkaza pojedinih elemenata te podacima o troškovima održavanja, kod **adaptivnog modela** ti podaci nisu poznati već se periodika održavanja definira na temelju pretpostavljenih podataka. Primjenjuje se kod vozila koja se

<sup>36</sup> Ibidem

<sup>37</sup> Ibidem

tek uvode u eksploataciju pa se ti podaci skupljaju tijekom eksploatacije a praćenjem vozila korigira se utvrđena periodika za svaki naredni preventivni pregled. Adaptivni model nije optimalan i primjenjuje se do trenutka kada se saznaju sve informacije za matematičko modeliranje i određivanje periodike pravovremenog ili periodičnog modela preventivnog održavanja.<sup>38</sup>

### 3.3.2. Preventivno održavanje prema stanju

Za preventivno održavanje prema stanju uvjet je kvalitetna dijagnostika na temelju čijih se rezultata izvode preventivne aktivnosti. Preventivna zamjena ili popravak izvršavaju se ukoliko je prognoza pojave otkaza između dvije kontrole stanja.

Pozitivni efekti preventivnog održavanja prema stanju su:<sup>39</sup>

- smanjenje troškova i vremena održavanja zbog pravovremenih intervencija,
- pouzdanost i operativna raspoloživost održavaju se na zadanom nivou i u okviru dozvoljenih troškova,
- lakše planiranje održavanja,
- pravovremeno uočavanje kritičnih mjesta u konstrukciji i prevencija pojave katastrofalnih otkaza,
- mogućnost usavršavanja konstrukcije uklanjanjem nedostataka i modifikacijom kritičnih elemenata.

Preventivno održavanje prema stanju dijeli se na preventivno održavanje s kontrolom parametara stanja te preventivno održavanje s kontrolom nivoa pouzdanosti.

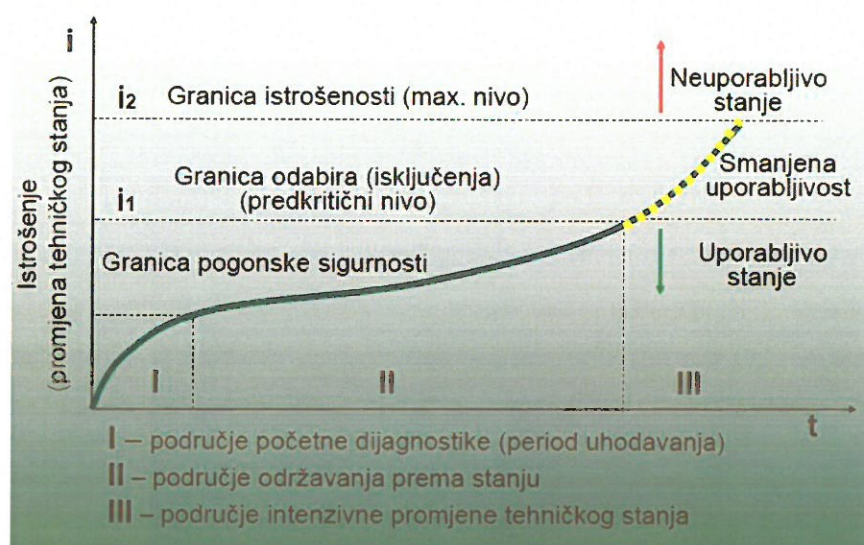
Kod **preventivnog održavanja s kontrolom parametara stanja** vrši se stalna ili periodična kontrola i mjerenje vrijednosti parametara koji određuju stanje elemenata i sklopova. Veličina koja karakterizira promjenu stanja je fizička veličina koja je lako mjerljiva, transformira se i obrađuje dijagnostičkom opremom te treba imati podatke o kritičnim (graničnim) nivoima s gledišta tehničkih karakteristika. Odluka o postupcima održavanja se donosi kada vrijednosti kontroliranih parametara dostignu kritičnu granicu ili kritični nivo kao što se vidi na slici 9. Kod **preventivnog održavanja s kontrolom nivoa pouzdanosti** vozilo se koristi bez ograničenja međuremontnog resursa, ali se vrše određeni postupci održavanja radi otklanjanja

---

<sup>38</sup> Ibidem

<sup>39</sup> Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, kolovoz 2018.

nastalih otkaza sve dok se nivo pouzdanosti nalazi unutar dozvoljenih granica. Ako tijekom eksploatacije parametri pouzdanosti padnu ispod dozvoljenog (kritičnog) nivoa, vrše se aktivnosti preventivne zamjene kritičnih elemenata čime se podiže nivo pouzdanosti. Kao mjerilo nivoa pouzdanosti najčešće se koristi intenzitet otkaza. Za početni period primjene ove varijante, utvrđivanje dozvoljenog nivoa pouzdanosti se vrši na temelju podataka iz tekuće eksploatacije koji se prikupljaju pri obavljanju dnevnih, tjednih, mjesečnih, kvartalnih i godišnjih preventivnih pregleda. Pretpostavka uspješnosti je razvijen informacijski sustav koji podržava održavanje vozila te pravovremen, točan i uredan unos, praćenje i obrada podataka o parametrima pouzdanosti tijekom uporabe.<sup>40</sup>



**Slika 9. Granična stanja tehničkog sustava**

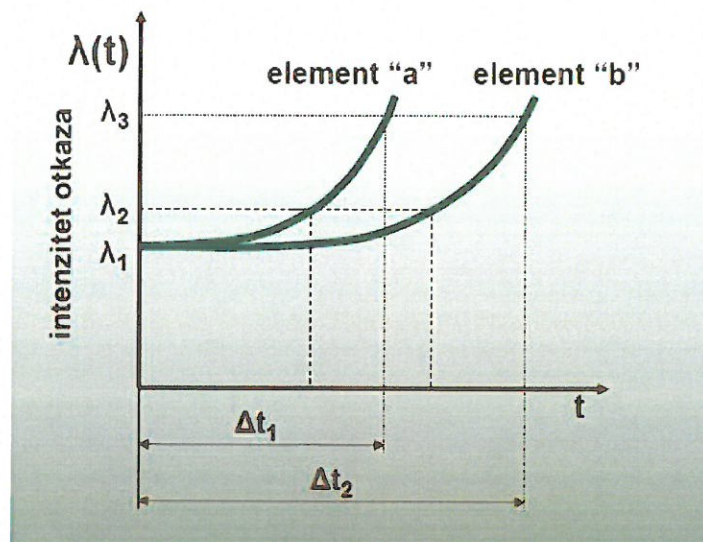
Izvor: Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, kolovoz 2018.

Prema slici 10., ako usporedimo intenzitete otkaza za dva elementa, za element „a“ preporučljivo je održavanje prema stanju s kontrolom parametara stanja zbog puno brže promjene intenziteta otkaza, a za element „b“ model preventivnog održavanja s kontrolom nivoa pouzdanosti.<sup>41</sup>

<sup>40</sup> Ibidem

<sup>41</sup> Ibidem



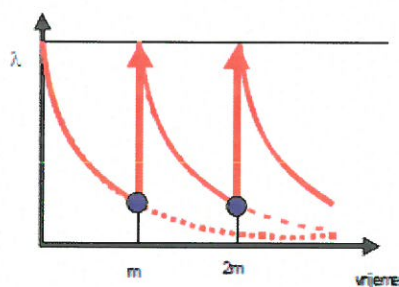


**Slika 10. Preventivno održavanje prema stanju**

Izvor: Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, kolovoz 2018.

### 3.3.3. Utjecaj oblika intenziteta otkaza na primjenjeni postupak preventivnog održavanja

Oblik intenziteta otkaza bitno utječe na primjenjeni postupak preventivnog održavanja. Neka se u trenutku  $m$  se poduzima preventivna akcija. Ako se otkazi ponašaju prema slici 11. tada u trenutku  $m$  nema smisla poduzimati preventivnu akciju, naprotiv, nakon te akcije povećavamo intenzitet otkaza.<sup>42</sup>

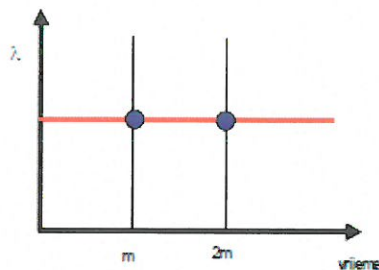


**Slika 11. Štetno poduzimanje preventivnih akcija**

Izvor: E. Bazijanac, D. Božić, D. Budimir; Nastavni materijali iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

<sup>42</sup> E. Bazijanac, D. Božić, D. Budimir; Nastavni materijali iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

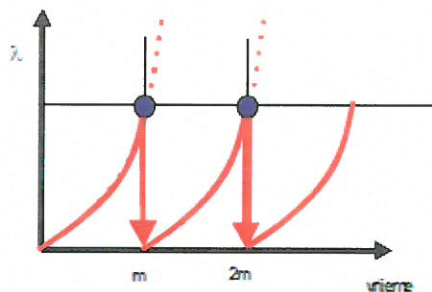
Ako je intenzitet otkaza konstantan (slika 12.), preventivne akcije održavanja neće imati za posljedicu smanjenje intenziteta otkaza.<sup>43</sup>



**Slika 12. Nepotrebno poduzimanje preventivnih akcija**

Izvor: E. Bazijanac, D. Božić, D. Budimir; Nastavni materijali iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

Ako se intenzitet otkaza povećava, preventivna akcija ima smisla jer će smanjiti intenzitet otkaza, slika 13. Ako primjerice, (slika 14.) do točke  $m$  imamo bezotkazni rad, a onda počinju otkazi, tada poduzimanje preventivne akcije održava daljnji bezotkazni rad sredstva.<sup>44</sup>



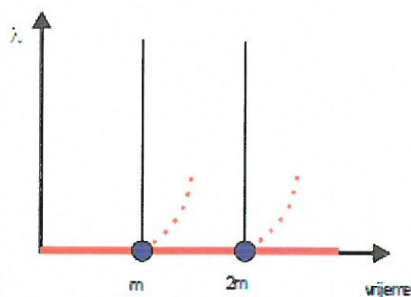
**Slika 13. Korisno poduzimanje preventivnih akcija**

Izvor: E. Bazijanac, D. Božić, D. Budimir; Nastavni materijali iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

<sup>43</sup> Ibidem

<sup>44</sup> Ibidem





**Slika 14. Bezotkazni rad sredstva**

Izvor: E. Bazijanac, D. Božić, D. Budimir; Nastavni materijali iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

### 3.4. Kombinirano održavanje

Kombinirano održavanje sadrži dobra svojstva preventivne i korektivne koncepcije održavanja pa u nekim specifičnim uvjetima eksploatacije daje najbolje rezultate. Postupci održavanja se vrše nakon izlaska osnovnih karakteristika i parametara vozila van dozvoljenih granica odstupanja. Tada se provode i postupci održavanja (zamjena) i onih elemenata kojima uskoro predstoji preventivna zamjena (oportunističko). Primjenjivost neke od koncepcija, preventivne ili korektivne, u određenim uvjetima eksploatacije ovisi o intenzitetu eksploatacije, zahtijevanom nivou pouzdanosti i operative raspoloživosti, složenosti motornog vozila, raspoloživosti resursa za održavanje.<sup>45</sup>

### 3.5. Održavanje motornih vozila

Nakon određenog vremena i broja prijeđenih kilometara u eksploataciji dolazi do promjena odnosno pogoršanja stanja vozila. Uzroci su mnogobrojni a neki od njih su kvaliteta materijala korištenih u proizvodnji vozila, način eksploatacije vozila, vrsta i kvaliteta goriva i ulja te kvaliteta održavanja.

<sup>45</sup> Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, kolovoz 2018.

Sljedeće aktivnosti možemo navesti u održavanju vozila: <sup>46</sup>

- Definiranje svih faktora pri projektiranju vozila
- Priprema sredstava rada za eksploataciju
- Popravke (otklanjanje) kvarova
- Pregledi i kontrole
- Čišćenja i podmazivanja
- Pronalaženje i otklanjanje slabih mjesta
- Kontrolni pregledi
- Male, srednje i velike planske popravke
- Godišnji remont
- Sve popravke i zamjene dijelova
- Kraj radnog vijeka nekog elementa ili sredstva i njegovo uklanjanje iz eksploatacije.

Održavanje motornih vozila u užem smislu obuhvaća servis vozila (npr. mali popravci i zamjene dijelova, kontrolni pregledi) i remont vozila (npr. godišnji remont). Tom djelatnošću se bave mnogi pogoni i radionice u javnom i privatnom sektoru. Dio njih je općeg tipa i bave se svim vrstama motornih vozila, neke radionice su djelomično specijalizirane za održavanje pojedinih vrsta vozila dok su neke usko specijalizirane za održavanje samo jedne vrste vozila. Možemo ih podijeliti i na pogone i radionice otvorenog i zatvorenog tipa. U otvoreni tip spadaju uglavnom radionice javnog sektora dok su pogoni za održavanje vozila u raznim tvrtkama npr. transportnim zatvorenog tipa i služe isključivo za potrebe održavanja vlastite flote.

Ako uzmemo u obzir financijski aspekt, održavanje motornih vozila možemo podijeliti na **redovito** odnosno tekuće koje uključuje servisno održavanje, tehničke preglede i izvanredne popravke te **investicijsko** održavanje.

**Tehnički pregledi motornih vozila**, mogu biti redovni, preventivni i izvanredni a obuhvaćaju preglede vozila koji mogu biti definirani zakonskim propisima ali i neovisni o njima a služe za utvrđivanje stanja vozila odnosno ispravnosti motornih i priključnih vozila. Na tehničkom pregledu utvrđuje se da li vozilo ima propisane uređaje i opremu i da li su ispravni, ispituju se ispušni plinovi i provjerava se da li udovoljavaju propisanim uvjetima za sudjelovanje u

---

<sup>46</sup> S. Sebastijanović, Osnove održavanja strojarских konstrukcija, Slavonski brod: strojarski fakultet, 2002., str. 19

prometu. Tehnička ispravnost vozila uvjet je za registraciju ili produljenje važenja prometne dozvole bez čega nije moguće uključanje u promet.

Nova motorna i priključna vozila registrirana u Republici Hrvatskoj, koja sudjeluju u prometu na cestama, vlasnici su dužni podvrgnuti redovitom tehničkom pregledu tijekom mjeseca u kojem istječe rok od 24 mjeseca od prve registracije vozila, osim novih motornih i priključnih vozila za prijevoz tereta najveće dopuštene mase veće od 3500 kg, motornih vozila za prijevoz osoba koja osim sjedala za vozača imaju više od osam sjedala, vozila hitne medicinske pomoći i vozila za taksi prijevoz, koja su vlasnici dužni podvrgnuti redovitom tehničkom pregledu tijekom mjeseca u kojem istječe rok od 12 mjeseci od prve registracije vozila. Vozila stara dvije ili više godina, vlasnici su dužni podvrgnuti redovitom tehničkom pregledu tijekom svakog 12. mjeseca od posljednjeg redovitog tehničkog pregleda. Na vozilima koja se daju u najam (rent a car vozila), vozilima kojima se obavlja osposobljavanje kandidata za vozače, vozilima kojima se obavlja taksi prijevoz, vozilima hitne medicinske pomoći, autobusima, teretnim i priključnim vozilima za prijevoz opasnih tvari, teretnim i priključnim vozilima čija najveća dopuštena masa prelazi 7.500 kg, obavljaju se preventivni tehnički pregledi. Preventivni tehnički pregledi vozila obavljaju se dnevno (dnevni preventivni tehnički pregled) i u propisanim rokovima (periodični tehnički pregled i periodični tehnički pregled kočnica).<sup>47</sup>

**Servisno održavanje motornih vozila** uključuje aktivnosti vezane uz održavanje čistoće vozila i elemenata vozila npr. čišćenje i pranje, kontrolu odgovarajućih ulja i tekućina u motoru, upravljaču te ostalim ostalim sklopovima i mehanizmima kao što su kočnice i akumulatori. Pravne i fizičke osobe kad proizvode, održavaju, popravljaju ili prepravljaju vozila ili stavljaju u promet vozila, uređaje, rezervne dijelove i opremu za vozila dužni su vozila, uređaje, dijelove i opremu proizvoditi, stavljati u promet, održavati, odnosno popravljati prema propisanim uvjetima nužnim za sigurno sudjelovanje vozila u prometu. Pravne i fizičke osobe koje su ovlaštene za servisiranje i popravljavanje vozila, nakon popravka vozila koje je sudjelovalo u prometnoj nesreći i kojemu su oduzete registarske pločice, dužne su takvo vozilo podvrgnuti izvanrednom tehničkom pregledu.<sup>48</sup>

**Izvanredni popravci motornih vozila** uključuju otklanjanje iznenadnih kvarova a povremeno se pojavljuju. Poželjno je uklanjanje takvih kvarova u najkraćem mogućem roku.

---

<sup>47</sup> <https://www.cvh.hr/propisi-i-upute/zakoni/zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama/>, rujan 2018.

<sup>48</sup> Ibidem

Popravke možemo podijeliti na male, srednje i velike. Malim popravcima se smatraju zamjene određenih dijelova koji su skloni bržem trošenju poput filtera ulja i zraka, srednji popravci podrazumijevaju demontažu i zamjenu neispravnog sklopa ili mehanizma kao na primjer zamjena ležaja koljenastog vratila, mjenjača i zupčanika a veliki popravci obuhvaćaju demontažu većih sklopova i mehanizama poput motora, pogonskog sklopa, upravljača, mjenjača, osovine i drugih i ugradnju novih. Veliki popravci izlaze iz okvira redovnog održavanja i spadaju u investicijsko održavanje.

**Investicijsko održavanje motornih vozila** obuhvaća značajniji remontni zahvat na motornim vozilima. To su zahvati koji zahtijevaju dulji vremenski interval te u tom vremenu vozila ne mogu obavljati svoju funkciju, a povećavaju vrijednost vozila te produžuju radni vijek.

Kod aktivnosti održavanja koje uključuju zamjenu dijelova izuzetno su bitni rezervni dijelovi odnosno njihova kvaliteta te je najsigurnije uzimanje originalnih dijelova. Rezervni dijelovi se drže na zalihama koje se planiraju da bi bili dostupni za preventivno ali i korektivno održavanje vozila.

### **3.6. Sustavi planiranja i kontrola zaliha rezervnih dijelova**

Rezervni dijelovi su dijelovi koji se čuvaju na zalihama i koriste se za popravak ili zamjenu dijelova koji su otkazali (npr. mjenjač) ili se potrošili (npr. ulje) s ciljem tehnički ispravnog nastavka rada vozila. Rezervni dijelovi mogu se podijeliti na:

- Popravljive dijelove – dijelovi koji se mogu popraviti i nastaviti koristiti,
- Nepopravljive dijelove – dijelove koji se ne mogu popraviti nego ih je potrebno zamijeniti,
- Potrošne dijelove – dijelove koji se troše dok je vozilo u upotrebi i nadomještaju se novim.

Također, rezervne dijelove možemo podijeliti na originalne dijelove i dijelove usporedive kvalitete. Originalni rezervni dijelovi su rezervni dijelovi koji su iste kvalitete kao i dijelovi koje se rabe za sastavljanje motornoga vozila te koji se proizvode u skladu s propisima i proizvodnim standardima koje proizvođač vozila pruža za proizvodnju dijelova ili rezervnih dijelova za navedena motorna vozila. Ovo uključuje rezervne dijelove koji se proizvode na

istoj proizvodnoj liniji kao i dijelovi. Pretpostavlja se, osim ako se ne dokaže drukčije, da su dijelovi originalni rezervni dijelovi ako proizvođač dijelova izda potvrdu da rezervni dijelovi odgovaraju kvaliteti dijelova koje se rabe za sastavljanje navedenog vozila, te da su proizvedeni u skladu s propisima i proizvodnim standardima proizvođača vozila. Rezervni dijelovi su dijelovi koja treba ugraditi u ili na motorno vozilo, kako bi se zamijenili dijelovi toga vozila, uključujući robu poput maziva koja je neophodna za uporabu motornoga vozila, uz iznimku goriva. Rezervni dijelovi usporedivo jednake kvalitete su rezervni dijelovi koje je izradio bilo koji poduzetnik koji može u svakom trenutku potvrditi kako su navedeni rezervni dijelovi usporedivo jednake kvalitete u odnosu na dijelove koji se koriste, ili su se koristili za sastavljanje motornih vozila.<sup>49</sup>

Intenzitet potražnje za rezervnim dijelovima varira tokom vremena jer i samo održavanje varira tokom vremena zbog plana održavanja ali i degradacije dijelova koji onda zahtijevaju izvanredan popravak u sklopu korektivnog održavanja.

Potrošni dijelovi odnosno zalihe se provjeravaju periodično. Većinom su potrošni dijelovi jeftiniji u usporedbi s popravljivim i nepopravljivim dijelovima. Obzirom da se potrošni dijelovi najčešće zamjenjuju periodično i potražnja za njima je stalna.

Ako usporedimo potražnju rezervnih dijelova za preventivno održavanje prema stanju i korektivno održavanje, nesigurnost potražnje više je izražena kod korektivnog održavanja nego kod preventivnog održavanja prema stanju. Nesigurnost u potražnji za rezervnim dijelovima može se kompenzirati dobrim planiranjem zaliha.

Pod zalihama robe podrazumijeva se količina robe (materijal, vlastiti proizvodi, poluproizvodi i gotovi proizvodi), koja je akumulirana (uskладиštena) radi kontinuiranog (trajnog) opskrbljivanja vremenski i prostorno bliže ili daljnje proizvodne ili osobne potrošnje. Sustavi planiranja zaliha mogu se podijeliti na:<sup>50</sup>

1. Tradicionalni sustav – ekonomična količina nabave (EOQ - economic order quantity)
2. Suvremene odnosno sustave planiranja temeljem uvjeta na tržištu
  - Planiranje materijalnih potreba (MRP – material requirement planning)
  - Planiranje resursa distribucije (DRP – distribution resources planning)
  - Sustav poslovanja bez zaliha (JIT – Just In Time)

---

<sup>49</sup> UREDBA O SKUPNOM IZUZEĆU SPORAZUMA O DISTRIBUCIJI I SERVISIRANJU MOTORNIH VOZILA, ("Narodne novine", broj 105/04)

<sup>50</sup> M. Šafran; Nastavni materijali iz kolegija Upravljanje zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

**Tradicionalni sustav ekonomske količine nabave (EOQ - Economic Order Quantity)** možemo definirati kao model koji za cilj ima odrediti optimalnu količinu uz minimalne troškove.

To je najjednostavniji i najstariji model zaliha. Pokazuje odnose između cijena nabavljanja (narudžbe) i čuvanja robe. Model ekonomske količine nabave jednostavan je za primjenu i temelji se na sljedećim pretpostavkama: 1) potražnja je poznata, konstantna i neovisna, 2) vrijeme isporuke (vrijeme koje prođe od narudžbe do primitka robe) je poznato i konstantno, 3) prijem zaliha je trenutni i sveukupan, 4) količinski popusti nisu mogući, 5) jedine dvije vrste troškova u modelu su troškovi nabave i troškovi držanja zaliha, 6) nedostatak zaliha može biti u cjelosti izbjegnuto ako se narudžba izvrši u pravo vrijeme.<sup>51</sup>

Osnovna formula za izračun EOQ je: <sup>52</sup>

$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_o}{C \times H}}$	(1)
---	-----

Gdje je:

C = Jedinični trošak artikla

D= Prognozirana potražnja u periodu vremena (mjesec, godina)

C<sub>0</sub>= Trošak nabave

Q = Količina jedinica artikala koja se nabavlja

H = Godišnja stopa troška držanja zaliha (%) (ovisi o poslovanju, uobičajeno između 10% do 15%).

Postoje dvije tehnike popunjavanja zaliha u tradicionalnom sustavu: kontinuirano popunjavanje zaliha i periodično popunjavanje zaliha.

<sup>51</sup> <http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement11/blimm1104.pdf>, kolovoz 2018.

<sup>52</sup> M. Šafran; Nastavni materijali iz kolegija Upravljanje zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.



**Planiranje materijalnih potreba (MRP – model)** je model koji zapravo služi planiranju proizvodnje. To je model utemeljen na računalu, koji minimalizira zalihe i u isto vrijeme osigurava da su odgovarajući materijali dostupni za proizvodnju.<sup>53</sup>

**Planiranje resursa distribucije (DRP)** je model koji se temelji na informacijskom sustavu koji podržava koordinaciju raznih aktivnosti (npr. predviđanje prodaje, narudžbe, transport i zalihe) unutar distribucijske mreže koja se većinom sastoji od nekoliko uzastopnih inventarnih točaka. Svrha takvog sustava je bilježenje tokova roba i zahtijeva da informacije moraju biti dostupne o tome gdje se drže zalihe, koja je roba u tranzitu i kakva su kretanja zaliha.<sup>54</sup>

**Sustav poslovanja bez zaliha (JIT - Just In Time)** ima svrhu „proizvesti i isporučiti gotovu robu upravo na vrijeme da bude prodana, sklopove upravo na vrijeme da budu sastavljeni u gotovu robu, proizvodne dijelove upravo na vrijeme da pređu u sklopove i nabavljene materijale upravo na vrijeme da budu pretvoreni u proizvodne dijelove.“<sup>55</sup>

U ovom modelu teži se isporuci robe ili usluge upravo na vrijeme (just in time) ili kroz sustav brzog odgovora koji teži eliminiranju svih pojava u opskrbnom lancu koji onemogućuju dovoljno efikasan tok robe, materijala i informacija kroz isti. Sve vezano za materijale koji nisu trenutno potrebni smatra se troškom a idealna jedinica je jedan komad. Cilj ovakvog sustava je svesti zalihe na nulu. Pretpostavka uspješne primjene sustava gdje roba i materijali dolaze na mjesto potrošnje upravo na vrijeme kada i gdje se to zahtijeva je da ponuda odgovara potražnji, a da proizvodnja i prodaja teku bez zastoja. Just in time tokovi se kontroliraju Kanban sustavom. Riječ kanban potječe od japanske riječi za karticu ili znak a kanban je sustav koji koristi kartice pomoću kojih se signalizira potreba za određenim proizvodom, sirovinom ili poluproizvodom. Postoje različite vrste kanbana:<sup>56</sup>

- Vizualni kanban (npr. prazan prostor na polici)
- Kanban spremnici (npr. prazan spremnik koji signalizira da ga je potrebno dopuniti)
- kanban kartice (za složenije sustave s više proizvoda).

Glavna komponenta kod upravljanja zalihama je potražnja a glavni cilj je da rezervnih dijelova bude što manje, ali dovoljno za potrebe zamjena.

---

<sup>53</sup> Bloomberg, David J.; LeMay, Stephen B.; Hann, Joe B. Op. Cit, str. 160-164

<sup>54</sup> M. Šafran; Nastavni materijali iz kolegija Upravljanje zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

<sup>55</sup> Bloomberg, David J.; LeMay, Stephen B.; Hann, Joe B. Op. Cit, str. 165

<sup>56</sup> D. Božić; Laboratorijske vježbe iz kolegija Upravljanje zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

Rezervni dijelovi imaju različitu cijenu kod različitih dobavljača, zbog toga je potrebno razmišljati o cijeni dijelova prilikom nabave. Također potrebno je voditi računa i o kvaliteti dijelova, i po mogućnosti naručivati originalne dijelove jer su često jeftiniji dijelovi lošije kvalitete i s kraćim vijekom trajanja.

Unatoč tome što postoje različite vrste upravljanja zalihama u logistici, tvrtke koje se bave prijevozom tereta i posjeduju vlastiti vozni park i pogon za održavanje svoje zalihe najčešće planiraju prema metodi Just in time ili na temelju vlastitih iskustava promatranja kretanja zaliha u određenom vremenskom periodu.



#### **4. Planiranje održavanja flote za tvrtku Transporti Trojak d.o.o.**

Transporti Trojak d.o.o. su tvrtka za međunarodni i unutarnji cestovni prijevoz robe. Osnovana je 2007. godine kao obrt a 2016. postaje društvo s ograničenom odgovornošću odnosno d.o.o. Tvrtka ima dvanaest zaposlenika, sedam je vozača, jedan automehaničar te četvero zaposlenih u administraciji i radi 320 dana u godini. U svojoj floti imaju sedam vozila, od toga dva tegljača i pet kamiona s prikolicom. Vozila su četiri Scanie r420 , kamioni s prikolicom, dva MAN-a, tegljač MAN tgg 18.420 i kamion s prikolicom MAN tga 26.430 te jedan tegljač Iveco stralis.

Tvrtka ne šalje svoja vozila u ovlaštene servise nego servise obavlja njihov automehaničar u njihovoj vlastitoj servisnoj stanici. Izabran je takav način jer je najisplativiji za tvrtku u financijskom aspektu. Nakon odvijanja radnji održavanja nisu potrebne nikakve službene potvrde koje dokazuju takve radnje jer ne postoje nikakve zakonske obaveze za izdavanje takvih potvrdi.

Održavanje vozila odvija se u pogonu za održavanje za potrebe održavanja vlastitog voznog parka. Tvrtka se bazira na preventivnom održavanju vozila, no kako može doći do iznenadnih i slučajnih otkaza tvrtka ima određenu zalihi rezervnih dijelova za potrebe korektivnog održavanja te zato možemo reći da tvrtka svoja vozila održava kombiniranom metodom.

Tvrtka planira zalihe za redovne servise prema sustavu upravo na vrijeme ( JIT – just in time model). S obzirom da se zna točno vrijeme redovnog odnosno planiranog servisa i zna se vrijeme isporuke dijelova, svi potrebni dijelovi se naručuju otprilike mjesec dana prije da bi na vrijeme bili u skladištu dostupni za aktivnosti održavanja. Za potrebe korektivnog održavanja tvrtka ima minimalne zalihe odnosno po jedan komplet filtera i kočnica za svaku vrstu vozila.

**Tablica 1. Servisni intervali**

	MAN	Iveco	Scania
Kočnice	200 000-400 000 km	200 000-400 000km	200 000-400 000 km
Pogonske gume	250 000 - 400 000 km	250 000 - 400 000 km	250 000 - 400 000 km
Gume pratećih osovina	120 000 - 200 000 km	120 000 - 200 000 km	120 000 - 200 000 km
Gume za prikolice	200 000 - 400 000 km	200 000 - 400 000 km	200 000 - 400 000 km
Filter goriva	100 000 km	100 000 km	100 000 km
Filter zraka	100 000 km	100 000 km	100 000 km
Filter ulja	100 000 km	100 000 km	65 000km
Ulje	100 000 km	100 000 km	65 000 km

Vozila prosječno godišnje prelaze oko 160 000 km. Servisni intervali različiti su za različite vrste vozila i prikazani su u tablici 1. Za MAN i Iveco vozila servisni interval je 100 000 km te 65 000 km za Scaniu. Servis se planira u ljetnim mjesecima kroz srpanj i kolovoz kad su vozači na godišnjem odmoru. MAN i Iveco imaju jedan planirani godišnji servis dok Scania ima osim ljetnog servisa i još jedan krajem prosinca ili početkom siječnja.

Planirano se mijenjaju potrošni dijelovi motornih vozila na svakom godišnjem servisu a to su ulje, filteri ulja, goriva i zraka te ad blue tekućina. Gume i kočnice se ne mijenjaju na godišnjoj razini nego se prati istrošenost istih.

Gume možemo podijeliti na pogonske, prve odnosno gume prateće osovine te gume za prikolice i poluprikolice. Mijenjaju se ovisno o prijeđenim kilometrima. Pogonske gume se mijenjaju nakon prijeđenih 250 – 400 tisuća kilometara, gume prateće osovine nakon 120 – 200 tisuća kilometara te gume za prikolice nakon 200 – 400 tisuća kilometara. U pravilu prati se istrošenost guma te se naručuju kad su pri kraju vijeka trajanja s tim da u skladištu tvrtka uvijek ima četiri nove pogonske, dvije prve gume te dvanaest guma za prikolicu za potrebe korektivnog održavanja.

Kočnice izdrže između 200 i 400 tisuća kilometara. Zamjena disk pločica izvršava se ovisno o istrošenosti, ali je obavezan redovni pregled istih. Tvrtka na zalihama uvijek ima po dva kompleta za Scaniu te po jedan komplet za MAN i Iveco.

Filteri ulja, goriva i zraka se mijenjaju na godišnjem planiranom servisu za MAN i Iveco, a za Scaniu se filter ulja mijenja dva puta godišnje a filteri goriva i zraka jednom godišnje. Na zalihamo ih ima 9 odnosno po 3 kompleta za svaku vrstu kamiona.

Ulje se mijenja jednom na godišnjem planiranom servisu. Za Man je godišnje potrebno 66 litara (za 2 vozila), za Iveco 31, a za Scaniu 248 litara (za 4 vozila). Koristi se ulje 10W40 tvrtke Midland a naručuju se dvije bačve od 200 litara da bi imali rezervu ako je potrebno korektivno održavanje.

Ad blue tekućina se kupuje u sanducima od 1000 litara i uvijek je jedan puni sanduk na zalihi.

## 5. Primjer proračuna zaliha rezervnih dijelova za tvrtku Trojak transporti d.o.o.

Prema podacima tvrtke Trojak transporti d.o.o. dobit će se izračun minimalnih zaliha koje su potrebne za funkcioniranje tvrtke.

Za izračun minimalnih zaliha koristi se formula:<sup>57</sup>

$Z_{min} = \frac{Q_{god} * V_{nab}}{D}$	(2)
---	-----

Gdje je:

- $Q_{god}$  – godišnja (prosječna) potrošnja
- $V_{nab}$  – vrijeme nabave
- $D$  – broj radnih dana

U tablici 2. je prikaz izračuna minimalnih količina zaliha za potrošne i nepopravljive rezervne dijelove koji se mijenjaju na redovnim godišnjim servisima. Za gume i kočnice nisu izračunate minimalne zalihe jer se ne mijenjaju u pravilnim vremenskim intervalima odnosno na redovnim planiranim servisima nego ovisno o stanju istrošenosti. Ukupna godišnja količina dijelova se množi sa brojem servisa koji se obave godišnje i vremenom nabave, te se zatim podijeli sa brojem radnih dana u godini.

---

<sup>57</sup> M. Šafran; Nastavni materijali iz kolegija Upravljanje zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

**Tablica 2.: Tablica proračuna minimalnih zaliha**

	MAN TGX 18.420	MAN TGA 26.430	Iveco Stralis	Scania R420(x4)	Ukupno (godišnje)	Vrijeme nabave (dani)	Minimalna količina zaliha
Broj servisa godišnje	1	1	1	8	11	-	-
Količina ulja (L)	33	33	31	248	345	5	59,296875
Filter ulja (komad)	1	1	1	8	11	2	0,75625
Filter goriva (komad)	1	1	1	4	7	2	0,48125
Filter zraka (komad)	1	1	1	4	7	2	0,48125
Ad blue tekućina (L)	-	-	-	-	16800	1	577,5
Broj radnih dana	-	-	-	-	320	-	-

Kao što se vidi iz tablice, ukupna godišnja potrošnja ulja iznosi 345 litara. Tvrtka naručuje dvije bačve od 200 litara ulja 10W40 tvrtke Midland a nabavna cijena jedne litre iznosi 11 kn. Vrijeme nabave je jedan radni tjedan, odnosno 5 dana. Također, iz tablice se vidi da je prema proračunu minimalna količina zaliha ulja otprilike 60 litara, međutim tvrtci na zalihama ostane 55 litara jer se naručuje 400 litara. Stvarno stanje minimalne zalihe ulja je nešto manje nego proračunato jer se tvrtka vodi iskustvom prethodnih perioda prema kojima su zaključili da im je ta količina dovoljna.

Ukupno godišnje za sve kamione treba jedanaest filtera ulja, sedam filtera goriva te sedam filtera zraka. Za kamione MAN potrebna su dva filtera ulja godišnje, za Iveco jedan filter a za Scaniu osam filtera jer se na četiri kamiona rade dva servisa godišnje. Filteri goriva i zraka se na svim kamionima mijenjaju jednom godišnje pa ih treba po sedam komada. Vrijeme nabave svih filtera je jednako i iznosi dva dana. Cijene koju tvrtka plaća za filtere iznose:

- Scania – filter zraka 115 kn, filter goriva 40 kn, filter ulja 50 kn
- MAN – filter zraka 142 kn, filter goriva 55 kn, filter ulja 60 kn
- Iveco – filter zraka 183 kn, filter goriva 67 kn, filter ulja 65 kn.

Iz tablice vidimo da je izračunata količina minimalnih zaliha otprilike jedan komad što odgovara stanju zaliha u skladištu tvrtke.

Potrošnja ad blue tekućine je 1 – 1.5 l/100 km. Ona se ne može računati fiksno jer nekad troši više a nekad manje. Prosječna potrošnja za sve kamione ispada 1400 litara mjesečno, odnosno

16 800 l godišnje, a to po kamionu ispada otprilike 2400 l godišnje. Kupuje se u sanducima od 1000 litara i uvijek je jedan puni sanduk na zalihama. Cijena je 1.59 kn/litri, a vrijeme nabave iznosi 1 dan. Izračunata količina minimalnih zaliha je 577 litara ali tvrtka naručuje sanduk od 1000 litara jer je tako najisplativije s obzirom da potrošnja varira.

Za kamione je potrebno ukupno 114 guma koje se koriste, od toga 28 je pogonskih guma, 14 je guma za prateće osovine te 60 guma za prikolice i 12 za poluprikolice. Gume se ne mijenjaju na planiranim godišnjim servisima nego se u pravilu prati istrošenost guma. U skladištu se uvijek nalaze četiri nove pogonske, dvije prve gume te dvanaest guma za prikolicu za potrebe korektivnog održavanja. Vrijeme nabave guma je jedan radni tjedan odnosno pet dana. Cijena guma u prosjeku je:

- Pogonske gume - 2700 kn
- Gume prateće osovine - 2400 kn
- Gume za prikolice - 3000 kn
- Gume za poluprikolice - 4800 kn

Komplet kočnica se, kao i gume, ne mijenjaju na planiranom godišnjem servisu nego se prati stanje kočnica ali na zalihama uvijek ima po jedan komplet za svaki tip kamiona. Cijena kompleta kočnica za Iveco iznosi 1880 kn, za MAN 1372 kn a za Scaniu 1594 kn.

**Tablica 3.: Izračun troškova za godišnje planirano održavanje**

	Scania R420 (x4)	MAN TGX 18.420	MAN TGA 26.430	Iveco Stralis	Ukupno
Ulje	2.728,00 kn	363,00 kn	363,00 kn	341,00 kn	3.795,00 kn
Filter zraka	460,00 kn	142,00 kn	142,00 kn	183,00 kn	927,00 kn
Filter goriva	160,00 kn	55,00 kn	55,00 kn	67,00 kn	337,00 kn
Filter ulja	400,00 kn	60,00 kn	60,00 kn	65,00 kn	585,00 kn
Ad blue tekućina	15.264,00 kn	3.816,00 kn	3.816,00 kn	3.816,00 kn	26.712,00 kn
Ukupni troškovi	19.012,00 kn	4.436,00 kn	4.436,00 kn	4.472,00 kn	32.356,00 kn

U tablici 3. se nalaze godišnji troškovi za planirano održavanje. Prema danim podacima iz tvrtke Transporti Trojak d.o.o. izračunati su ukupni troškovi planiranog održavanja flote vozila, za svaku vrstu kamiona posebno te po elementima koji se mijenjaju.

Gume i kočnice se ne mijenjaju na planiranim godišnjim servisima te se zato ne nalaze u tablici 3.

## 6. Zaključak

Cestovni prijevoz je najfleksibilniji, najzastupljeniji i jedan od najbržih oblika prijevoza te omogućuje prijevoz od vrata do vrata. Cestovnim prijevoznim sredstvima se mogu prevoziti razni oblici tereta. Nedostaci su visoka cijena prijevoza, mogućnosti kašnjenja zbog vremenskih uvjeta te ograničenja zbog težine i dužine.

Održavanje je izuzetno bitno jer to uvelike utječe na vijek eksploatacije odnosno trajnost vozila i sigurnost transporta. Pravovremeno održavanje omogućit će konstantan nesmetani rad. Održavanje je trošak, ali to je trošak koji sprječava nastajanje velikih izvanrednih troškova zbog nepovratnog većeg ili manjeg kvara.

Osnovni cilj održavanja vozila je postizanje maksimalne raspoloživosti cestovnog vozila tijekom njegove eksploatacije uz što niže troškove održavanja.

Danas u svijetu postoji više modela održavanja od kojih kod održavanja motornih vozila treba istaknuti korektivno i preventivno održavanje. Preventivnim održavanjem se smanjuje vjerojatnost pojave kvara i pojava neispravnosti nekoga elementa i/ili vozila na način da se preventivnim aktivnostima uklanja mogući uzrok pojave kvara. Kvalitetno preventivno održavanje značajno smanjuje potrebu za korektivnim održavanjem, kod kojeg se postupci održavanja provode samo u slučaju pojave otkaza.

Za održavanje motornih vozila bitni su rezervni dijelovi. Rezervni dijelovi se koriste za zamjenu dijelova koji otkazu ili za zamjenu dijelova koji se trebaju preventivno zamijeniti. Oni se mogu držati na zalihama ili naručivati po potrebi. Postoji više modela planiranja zaliha i svaka tvrtka za sebe planira zalihe po modelu koji joj najviše odgovara. Prijevozničke tvrtke najčešće se koriste vlastitim iskustvima za određivanje vrsta rezervnih dijelova i količina zaliha tih rezervnih dijelova

Prikazan je primjer planiranja održavanja flote vozila i proračun zaliha prema podacima iz tvrtke Transporti Trojak d.o.o.. Tvrtka se bazira na preventivnom održavanju te planski održavaju svoja vozila, ali isto tako su svjesni mogućnosti iznenadnih otkaza koji zahtijevaju korektivno održavanje te zbog toga imaju određene zalihe u skladištu. Planiranje zaliha tvrtke se temelji na spoju vlastitih iskustava i JIT(Just in time) modela kojim se naručuju točno oni rezervni dijelovi koji su potrebni za njihovo planirano održavanje flote.



## LITERATURA

### Knjige:

1. Bloomberg, David J.; LeMay, Stephen B.; Hann, Joe B.: Logistika, Zagreb: Zagrebačka škola ekonomije i menadžmenta, 2006.
2. Zelenika, R.: Prometni sustavi • tehnologija-organizacija-ekonomika-logistika-menadžment, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2001.
3. Božičević, D., Kovačević D., Suvremene transportne tehnologije, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
4. S. Sebastijanović, Osnove održavanja strojarских konstrukcija, Slavonski brod: strojarski fakultet, 2002.

### Prezentacije, radovi, predavanja:

5. Mr. sc. Veselko Protega, dipl. inž., Nastavni materijal za predavanja iz kolegija: OSNOVE TEHNOLOGIJE PROMETA, Nastavna cjelina: TEHNOLOGIJA CESTOVNOG PROMETA, Akademska godina 2009/2010
6. Sustav održavanja cestovnih vozila, nastavni materijali iz kolegija Održavanje cestovnih vozila, akademska godina 2017/2018.
7. E. Bazijanac, D. Božić, D. Budimir; Nastavni materijali iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.
8. M. Šafran; Nastavni materijali iz kolegija Upravljanje zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.
9. D. Božić; Laboratorijske vježbe iz kolegija Upravljanje zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, kolovoz 2018.

### Internetske stranice i članci:

10. <https://www.zakon.hr/z/245/Zakon-o-prijevozu-u-cestovnom-prometu>, kolovoz 2018.
11. <https://www.oranacarandtruck.com.au/van-truck-hire/truck-hire>, kolovoz 2018.
12. <http://www.tutto.rs/auto-skola/ce-kategorija/>, kolovoz 2018.
13. <https://hiveminer.com/Tags/gmbh%2Ctgx/Recent>, kolovoz 2018.

14. [http://www.ss-strukovna-vvlatkovica-zd.skole.hr/images/pages/Nastavni\\_materijali/Spahic/DIOU/diou-1-uvod.pdf](http://www.ss-strukovna-vvlatkovica-zd.skole.hr/images/pages/Nastavni_materijali/Spahic/DIOU/diou-1-uvod.pdf), kolovoz 2018.
15. <http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement11/blimm1104.pdf>, kolovoz 2018.
16. <https://www.cvh.hr/propisi-i-upute/zakoni/zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama/>, rujan 2018.
17. UREDBA O SKUPNOM IZUZEĆU SPORAZUMA O DISTRIBUCIJI I SERVISIRANJU MOTORNIH VOZILA, ("Narodne novine", broj 105/04)

## Popis slika

Slika 1. Kombi vozilo.....	9
Slika 2. Kamion bez prikolice .....	12
Slika 3. Kamion sa prikolicom .....	13
Slika 4. Tegljač sa poluprikolicom.....	13
Slika 5. Nastajanje otkaza .....	15
Slika 6. Korektivni ciklus održavanja .....	17
Slika 7.: Vremenska slika stanja periodičnog modela.....	18
Slika 8.: Sekvencijalni periodički model i blok zamjena .....	19
Slika 9. Granična stanja tehničkog sustava .....	21
Slika 10. Preventivno održavanje prema stanju.....	22
Slika 11. Štetno poduzimanje preventivnih akcija .....	22
Slika 12. Nepotrebno poduzimanje preventivnih akcija.....	23
Slika 13. Korisno poduzimanje preventivnih akcija.....	23
Slika 14. Bezotkazni rad sredstva.....	24

## Popis tablica

Tablica 1. Servisni intervali.....	33
Tablica 2.: Tablica proračuna minimalnih zaliha .....	36
Tablica 3.: Izračun troškova za godišnje planirano održavanje.....	37



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom **Planiranje zaliha kod održavanja prijevoznih sredstava**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 7/9/2018 \_\_\_\_\_

*Ivan Burdica*  
(potpis)